

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-341334
 (43)Date of publication of application : 22.12.1998

(51)Int.CI. H04N 1/393
 G06T 3/40
 G09G 5/36
 H04N 1/21
 H04N 1/405

(21)Application number : 09-152026
 (22)Date of filing : 10.06.1997

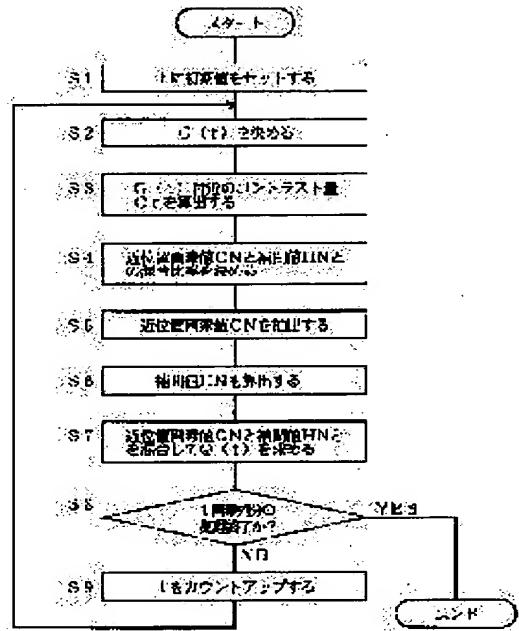
(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD
 (72)Inventor : FURUKAWA ITARU

(54) IMAGE MAGNIFICATION METHOD, DEVICE THEREFOR AND STORAGE MEDIUM RECORDING PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To magnify an image without lowering the sharpness of edges and lowering the image quality.

SOLUTION: Corresponding to the enlarging scale of image, the calculation object pixel region of source image to be used for calculating the density data of calculation object pixels in the enlarged image is found (step S2), contrast quantity near that calculation object pixel region is calculated (step S3) and corresponding to the value of that contrast quantity, the mixing ratio of close located pixel value and interpolated value is determined (step S4). This closely located pixel value is extracted, this interpolated value is calculated (steps S5 and S6) and the result of mixing these close located pixel value and interpolated value in the determined mixing ration is defined (step S7) as the density data of calculation object pixels in the enlarged image. This processing is repeated for finding the density data of respective pixels in the magnified image and a magnified image is provided (steps S1, S8 and S9).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.12.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the abandonment
 examiner's decision of rejection or application converted
 registration]
 [Date of final disposal for application] 30.09.2003
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of
 rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of
 rejection]
 [Date of extinction of right]

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
H 0 4 N	1/393	H 0 4 N 1/393
G 0 6 T	3/40	G 0 9 G 5/36
G 0 9 G	5/36	H 0 4 N 1/21
H 0 4 N	1/21	G 0 6 F 15/66
	1/405	H 0 4 N 1/40
		B

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全26頁)

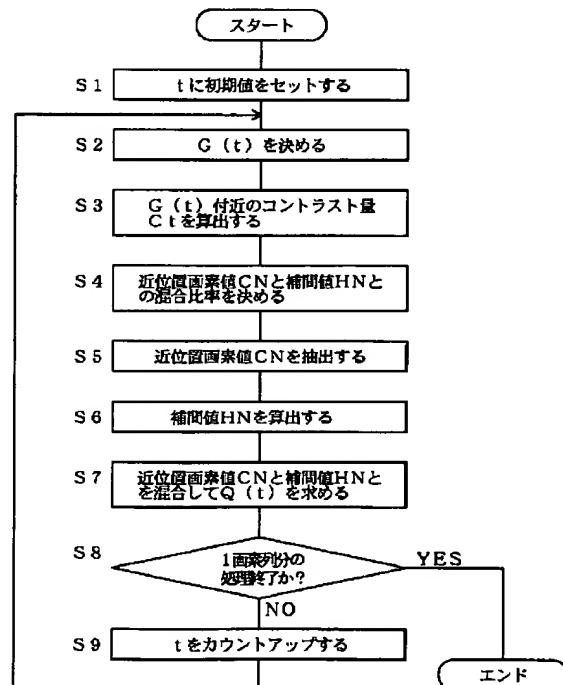
(21)出願番号	特願平9-152026	(71)出願人	000207551 大日本スクリーン製造株式会社 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁 目天神北町1番地の1
(22)出願日	平成9年(1997)6月10日	(72)発明者	古川 至 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神 北町1番地の1 大日本スクリーン製造株 式会社内
		(74)代理人	弁理士 杉谷 勉

(54)【発明の名称】 画像拡大方法及びその装置並びにプログラムを記録した記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 エッジの尖鋭度を低下させず画質の低下を招かずして画像を拡大する。

【解決手段】 拡大画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決め(ステップS2)、その算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出し(ステップS3)、そのコントラスト量の値に応じて近位置画素値と補間値との混合比率を決める(ステップS4)。前記近位置画素値を抽出するとともに前記補間値を算出し(ステップS5、S6)、決定した混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を拡大画像の算出対象画素の濃度データとする(ステップS7)。上記処理を繰り返して拡大画像内の各画素の濃度データを求めて拡大画像を得る(ステップS1、S8、S9)。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る画像拡大方法において、

(1) 前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める工程と、

(2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(3) 前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する前記原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データ（以下、この濃度データを「近位置画素値」という）と、前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ（以下、この補間濃度データを単に「補間値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記近位置画素値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記補間値の混合比率分を大きくするよう、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(4) 前記決定された混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データとする工程と、

を備えて拡大画像内の各画素の濃度データを求ることにより前記拡大画像を得ることを特徴とする画像拡大方法。

【請求項2】 デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る画像拡大装置において、

原画像を記憶する原画像記憶手段と、

前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める算出対象画素区画決定手段と、

前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段と、

前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する前記原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データ（以下、この濃度データを「近位置画素値」という）を抽出する近位置画素値抽出手段と、

前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ（以下、この補間濃度データを単に「補間値」という）を算出する補間値算出手段と、

前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記近位置画素値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記補間値の混合比率分を大きくするよう、前記コントラスト量の値に応じて前記

2

近位置画素値と前記補間値との混合比率を決める混合比率決定手段と、

前記決定された混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を前記拡大画像の算出対象画素内の濃度データとする混合手段と、

拡大画像内の各画素の濃度データを順次求めて前記拡大画像を得るように制御する制御手段と、
を備えたことを特徴とする画像拡大装置。

【請求項3】 デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体であって、

(1) 前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める工程と、

(2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(3) 前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する前記原画像の

算出対象画素区画内の1画素の濃度データ（以下、この濃度データを「近位置画素値」という）と、前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ（以下、この補間濃度データを単に「補間値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記近位置画素値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記補間値の混合比率分を大きくするよう、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(4) 前記決定された混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データとする工程と、
を含む工程で拡大画像内の各画素の濃度データを求ることにより前記拡大画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る画像拡大方法及びその方法を実施する画像拡大装置並びにその方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の画像拡大処理は、図22に示すように、所望の拡大方向（図ではX方向）に画素が並ぶ原画像OGの1画素列（画素列1、画素列2、…、画素列Z）ごとに、所望の拡大率m/n（m、nはm>nの正の数）で拡大して、原画像OGを1次元の拡大方向に拡大した拡大画像SGを得るようにしている。

【0003】 なお、この種の画像拡大処理では、通常、

原画像OGの拡大方向内に処理範囲SHが設定可能である。これは、原画像OGの拡大方向の画素列の端部に画像と無関係な不要部分（不要画素）がある場合などに、その不要画素を拡大画像SGに反映させないようにするためである。図22では点線で挟まれた範囲を処理範囲SHとした場合の画像拡大を示しているが、原画像OG*

$$Q(t) = H(t) = ((m - c(t)) / m) \times P(s(t)) + (c(t) / m) \times P(s(t) + 1) \dots (1)$$

ただし、

$$s(t) = s(1) + \text{int}[(ah + (n \times (t - 1))) / m]$$

$$c(t) = (ah + (n \times (t - 1))) \bmod m$$

【0006】この演算式(1)による従来の画像拡大処理を模式的に図示すると図23、図24に示すようになる。なお、図23、図24では拡大率m/nを8/5、s(1)=1、ah=4として、濃度データが0.00~1.00に規格化されている場合を図示している。また、上記演算式および図23、図24中の各符号や関数の意味は以下の通りである。

【0007】sは、原画像OGの処理対象の1画素列（画素列1、画素列2、…、画素列Z）内に含まれる画素の画素No（s=1、2、…、s(MAX) : s(MAX)）は図示を省略しているが原画像OGの拡大方向の画素列の画素数）、P(s)は、原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる各画素の濃度データ、tは、原画像OGの処理対象の1画素列を拡大して得られる拡大画像SGの1画素列（画素列1、画素列2、…、画素列Z）内に含まれる画素の画素No（t=1、2、…t(MAX) : t(MAX)）は図示を省略しているが拡大画像SGの拡大方向の画素列の画素数）、Q(t)は、原画像OGの処理対象の1画素列を拡大して得られる拡大画像SGの1画素列内に含まれる各画素の濃度データ、s(t)は、原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる画素のうち、前記Q(t)を算出するのに参照する原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる画素の画素No、s(1)は、原画像OGの処理対象の1画素列内の処理範囲SHの先頭の画素の画素No、ahは、P(s(1))の補間補正量（ah=0、1、…、(m-1)）、h(t)は、拡大画像SGの1画素列内のt番目の画素に対する原画像OGの処理対象の画素列内における補間位置、c(t)は、前記h(t)に応じた補間濃度データを算出するための係数、H(t)は、前記h(t)に応じた補間濃度データ、G(t)は、演算式(1)により前記Q(t)を算出するのに用いる原画像OGの算出対象画素区画であって、前記Q(t)を求める補間計算に用いる原画像OGの隣接画素の範囲を示す区画、int[A/B]は、AをBで除したときの整数部を求める整数化関数、A mod Bは、AをBで除したときの余りを求める関数、である。

【0008】処理は、t=1、2、…とtを順次カウン

*に不要画素がなければ拡大方向の画素列全体を処理範囲SHとして処理される。

【0004】上記1画素列ごとの画像拡大は、従来、以下のようない算式によって行っている。

【0005】

$$Q(t) = H(t) = ((m - c(t)) / m) \times P(s(t)) + (c(t) / m) \times P(s(t) + 1) \dots (1)$$

トアップして、Q(1)、Q(2)、…の順に拡大画像SGの1画素列内の各画素の濃度データを求めていき1画素列分の拡大を行う。このような処理を拡大方向に直交する方向（図22ではY方向）に並列される各画素列（画素列1、画素列2、…、画素列Z）ごとに行って原画像OGを拡大方向に拡大率m/nで拡大する。

【0009】この従来方法では、原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる各画素間をm等分した補間位置を仮想的に決め、s(1)番目の画素の(ah+1)番目の補間位置をh(1)とし、h(2)以降の補間位置をh(1)からn点ごとに決め、各補間位置h(t)に応じた補間濃度データを求めてQ(t)としている。なお、演算式(1)からも明らかのように、補間位置h(t)に応じた補間濃度データは、基本的に、G(t)を構成する原画像OGのs(t)と(s(t)+1)の2画素の濃度データを荷重平均することにより得られる。

【0010】この従来方法によれば、原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる各画素間をm等分した補間位置に応じた補間濃度データをn点ごとにリサンプリングして拡大画像SGの処理対象の1画素列を構成する各画素の濃度データ(Q(t))を得ているので、拡大方向について原画像OGの処理範囲SH全体をn/m倍に略均等に拡大することができる。また、例えば、G(t)を構成する原画像OGの2画素のいずれかの画素の濃度データに単発的なノイズ成分が含まれていた場合にも、補間濃度データはG(t)を構成する原画像OGの2画素の濃度データの荷重平均値であるので、ノイズ成分が軽減されて好ましい結果を得ることができる。

【0011】2次元のデジタルの原画像を2次元方向(X方向およびY方向)それぞれに拡大する場合は、図25に示すように、原画像OGに対して上記方法でX方向に拡大し、その拡大処理後の画像SG1に対して上記方法でY方向に拡大することで、原画像OGを2次元方向に拡大した拡大画像SG2を得ている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の画像拡大方法には次のような問題がある。例えば、図23において、濃度データが大、小と変化している原画像の2番目と3番目の画素のエッジ部分EGは、拡大画像では2番目と3番目の画素で表されることになるが、図に示すように、このエッジ部分EGの濃度

データの大小差は、原画像に比べて拡大画像の方が小さくなっている。また、図23の拡大処理では、最大の濃度データである原画像のP(2)がリサンプリングされていないので、P(1)、P(2)、P(3)の山形の濃度変化が拡大画像では再現されず、画質が低下している。

【0013】さらに、例えば、図26(a)に示す原画像の1画素列を従来方法で2倍に拡大すると図26

(b)に示すようになるが、この場合、原画像の5番目と6番目の画素のエッジ部分EGは、拡大画像では9番目～11番目の画素で表されることになる。この場合、Q(9)=P(5)、Q(11)=P(6)であり、Q(10)は(P(5)+P(6))/2となり、エッジ部分EGの濃度データの急峻度(傾斜度)が、原画像に比べて拡大画像の方が鈍くなり、この場合にもエッジEGの尖鋭度が低下している。

【0014】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、エッジの尖鋭度を低下させず、画質の低下を招かずに画像を拡大することができる画像拡大方法及びその装置並びにプログラムを記録した記憶媒体を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。すなわち、請求項1に記載の発明は、デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る画像拡大方法において、(1)前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める工程と、(2)前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、(3)前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する前記原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データ(以下、この濃度データを「近位置画素値」という)と、前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ(以下、この補間濃度データを単に「補間値」という)との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記近位置画素値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記補間値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、(4)前記決定された混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データとする工程と、を備えて拡大画像内の各画素の濃度データを求ることにより前記拡大画像を得ることを特徴とするものである。

【0016】請求項2に記載の発明は、デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る画像拡大装置において、原

画像を記憶する原画像記憶手段と、前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める算出対象画素区画決定手段と、前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段と、前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する前記原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データ(以下、この濃度データを「近位置画素値」という)を抽出する近位置画素値抽出手段と、前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ(以下、この補間濃度データを単に「補間値」という)を算出する補間値算出手段と、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記近位置画素値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記補間値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて前記近位置画素値と前記補間値との混合比率を決める混合比率決定手段と、前記決定された混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を前記拡大画像の算出対象画素内の濃度データとする混合手段と、拡大画像内の各画素の濃度データを順次求めて前記拡大画像を得るように制御する制御手段と、を備えたことを特徴とするものである。

【0017】請求項3に記載の発明は、デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体であって、

(1)前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める工程と、(2)前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(3)前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する前記原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データ(以下、この濃度データを「近位置画素値」という)と、前記拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる前記原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ(以下、この補間濃度データを単に「補間値」という)との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記近位置画素値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記補間値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(4)前記決定された混合比率で前記近位置画素値と前記補間値とを混合した結果を前記拡大画像内の算出対象画素の濃度データとする工程と、を含む工程で拡大画像の各画素の濃度データを求ることにより前記拡大画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラ

ムを記憶媒体に記録したものである。

【0018】

【作用】請求項1に記載の発明に係る画像拡大方法の作用は次のとおりである。拡大画像内の各画素の濃度データを以下の(1)～(4)の工程で順次求める。

【0019】(1)の工程では、拡大画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める。この原画像の算出対象画素区画の決め方は、例えば、従来と同様の演算によって決めることができる。

【0020】(2)の工程では、(1)の工程で決めた原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する。

【0021】(3)の工程では、拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データ(近位置画素値)と、拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる原画像の算出対象画素区画内における補間位置に応じた補間濃度データ(補間値)との混合比率を、(2)の工程で算出したコントラスト量の値が大きくなるに従って上記近位置画素値の混合比率分を大きくし、上記コントラスト量の値が小さくなるに従って上記補間値の混合比率分を大きくするよう、上記コントラスト量の値に応じて決める。

【0022】(4)の工程では、(3)の工程で決めた混合比率で近位置画素値と補間値とを混合した結果を拡大画像内の算出対象画素の濃度データとする。なお、近位置画素値は、算出対象画素に対する補間位置と算出対象画素区画内の画素との位置関係により抽出することができ、補間値は従来と同様の方法によって得ることができる。

【0023】原画像の算出対象画素区画内にエッジが通過していれば、その算出対象画素区画付近のコントラスト量が大きくなり、この部分の画像拡大では、近位置画素値の混合比率分を大きくして(必要に応じて、補間値の混合比率分を「0」として)近位置画素値と補間値とを混合して拡大画像の算出対象画素の濃度データを求めていている。近位置画素値は、拡大画像内の算出対象画素に対して、画像の拡大率に応じて決まる原画像の算出対象画素区画内における補間位置から最も近くに位置する原画像の算出対象画素区画内の1画素の濃度データである。従って、エッジ部分の拡大においては、拡大画像の画素の濃度データは、原画像のエッジ部分の画素の濃度データあるいはそれに近い値となるので、拡大画像のエッジ部分は原画像のエッジ部分の各画素の濃度データの大小差や急峻度が略保存され、エッジの尖鋭度を低下するのを防止できる。

【0024】また、原画像の算出対象画素区画内の各画素の濃度データが略同じ部分(平坦部)や、算出対象画

素区画内の各画素の濃度データが滑らかに変化している部分では、その算出対象画素区画付近のコントラスト量が小さくなり、この部分の画像拡大では、補間値の混合比率分を大きくして(必要に応じて、近位置画素値の混合比率分を「0」として)近位置画素値と補間値とを混合して拡大画像の算出対象画素の濃度データを求める。これにより、原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分にノイズ成分があっても、そのノイズ成分が軽減され、自然な階調変化を損なわずに画像を拡大することができる。

【0025】請求項2に記載の発明に係る画像拡大装置は、上記請求項1に記載の発明に係る画像拡大方法を好適に実施するためのものでその作用は以下のとおりである。

【0026】算出対象画素区画決定手段は、拡大画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の拡大率に応じて決める。コントラスト量算出手段は、原画像記憶手段に記憶されている原画像の必要な画素の濃度データを用いて、決定された原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出し、混合比率決定手段は、そのコントラスト量の値が大きくなるに従って近位置画素値の混合比率分を大きくし、そのコントラスト量の値が小さくなるに従って補間値の混合比率分を大きくするように、そのコントラスト量の値に応じて近位置画素値と補間値との混合比率を決める。一方で、近位置画素値抽出手段は、決定された原画像の算出対象画素区画内に含まれる画素の位置と、算出対象画素に対する補間位置との位置関係から、決定された原画像の算出対象画素区画内の近位置画素値の画素を特定してその画素の濃度データ(近位置画素値)を原画像記憶手段から読み出し、補間値算出手段は、原画像記憶手段に記憶されている原画像の算出対象画素区画内に含まれる画素の濃度データを用いて、算出対象画素に対する補間位置に応じた補間値を算出する。そして、混合手段は、決定された混合比率で近位置画素値と補間値とを混合した結果を拡大画像内の算出対象画素の濃度データとする。制御手段は、上記動作を繰り返して拡大画像内の各画素の濃度データを順次求めて拡大画像を得るように各手段を制御する。

【0027】請求項3に記載の発明によれば、記憶媒体に記録されたプログラムをコンピュータに読み込ませることにより、そのコンピュータが請求項1に記載の発明による画像拡大処理を実行する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の説明において、s、P(s)、t、Q(t)、s(t)、s(1)、ah、h(t)、c(t)、H(t)、G(t)は基本的に従来方法と同じ意味であり、特に、X方向、Y方向を区別する必要がある場合には各符号に方向を示す添え字を付

し (X方向 [sx, tx, sx(tx), sx(1), ahx, hx(tx), cx(tx), Hx(tx), Gx(tx)]、Y方向 [sy, ty, sy(ty), sy(1), ahy, hy(ty), cy(ty), Hy(ty), Gy(ty)]) 、原画像の各画素を2次元で示す場合には2次元座標 (sx, sy) で、原画像の各画素の濃度データを2次元で示す場合には2次元表記 (P(sx, sy)) で表し、同様に、拡大画像についても各画素を2次元で示す場合には2次元座標 (tx, ty) で、濃度データを2次元で示す場合には2次元表記 (Q(tx, ty)) で表す。また、拡大方向の処理範囲 SH の後尾の画素の画素Noを「s(LIM)」で示し、特に、X方向の処理範囲 SH の後尾の画素の画素Noを「sx(LIM)」、Y方向の処理範囲 SH の後尾の画素の画素Noを「sy(LIM)」で示す。さらに、拡大率m/nを、特にX方向の拡大率、Y方向の拡大率で区別する場合には、それぞれの拡大率をmx/nx, my/nyで示す。

【0029】図1は本発明に係る画像拡大装置をコンピュータシステムで構成した場合の装置構成の一例を示すブロック図である。

【0030】図1の構成では、デジタルの原画像を拡大して拡大画像を得る画像拡大処理を実行するCPU10が、バスライン20を介してRAMなどで構成される内部メモリ30に接続されている。この内部メモリ30には、画像拡大処理を実行する際にプログラムが移植されるプログラムメモリ31、原画像を記憶する原画像メモリ32、拡大画像を記憶する拡大画像メモリ33、コントラスト値/混合比率テーブルを記憶するテーブルメモリ34などの各領域がそれぞれ設定されている。また、CPU10は入出力インターフェイス40を介して、外部記憶装置用のドライバ41、原画像入力器42、出力器43、設定器44などと接続されている。

【0031】ドライバ41には外部記憶装置45が装填される。この外部記憶装置45には予め作成された画像拡大処理プログラムが保存されている。外部記憶装置45は、光磁気ディスク、CD-ROM、フロッピーディスク、ハードディスク、磁気テープその他の記憶媒体で構成される。装置の電源がONされ、本実施例に係る画像拡大処理が起動されると、外部記憶装置45から画像拡大処理プログラムが読み込まれてプログラムメモリ31に記憶され、CPU10がその画像拡大処理プログラムに従って後述する画像拡大処理を実行する。この画像拡大処理プログラムが記憶された外部記憶装置45は、請求項3に記載の発明におけるプログラムを記録した記憶媒体に相当する。

【0032】原画像入力器42は、原画像を入力する機器で、例えば、デジタルカメラや入力スキャナ、特開平3-16367号公報などに開示されたCCDなどのラインセンサを用いた画像取り込み装置などで構成され

る。この原画像入力器42で入力された原画像が原画像メモリ32に記憶され、その原画像に対して後述する画像拡大処理が施され、得られた拡大画像が拡大画像メモリ33に記憶される。なお、予め入力された原画像を外部記憶装置に記憶しておき、その外部記憶装置から原画像を読み込んで原画像メモリ32に記憶して、その原画像に対して画像拡大処理を施すように構成してもよい。

【0033】原画像メモリ32は、図2に示すように、2次元のデジタルの原画像を記憶できるように構成されており、拡大画像メモリ33は、図3に示すように、2次元のデジタルの拡大画像を記憶できるように構成されている。

【0034】出力器43は、拡大画像メモリ33に生成された拡大画像を出力するためのもので、例えば、表示器や記録用スキャナ、プリンタなどで構成される。なお、拡大画像を外部記憶装置に保存するように構成してもよい。

【0035】設定器44は、各種の設定や指定、指示などをを行うためのもので、キーボードやマウス、スイッチ、設定用モニタなどで構成されている。

【0036】図4は請求項2に記載の発明に相当する画像拡大装置の機能ブロック図である。算出対象画素区画決定部51、コントラスト量算出部52、混合比率決定部53、近位置画素値抽出部54、補間値算出部55、乗算部56、57、加算部58、制御部59は、図1の構成のCPU10に対応する。なお、複数個のCPU10を備えて、上記各部51~59の処理を並行、例えば、算出対象画素区画決定部51の処理の後、コントラスト量算出部52の処理及び混合比率決定部53の処理と、近位置画素値抽出部54の処理と、補間値算出部55の処理とを並行して行い、その後、乗算部56の処理と乗算部57の処理とを並行して実行できるように構成してもよい。

【0037】以下、上記図4の構成の画像拡大装置による画像拡大処理を図5に示すフローチャートを参照して説明する。この画像拡大処理は請求項1に記載の発明に係る画像拡大方法に対応する。

【0038】処理が開始される時点で原画像は原画像メモリ32に記憶されているものとし、後述するコントラスト値/混合比率テーブルは、例えば予め設定器44から設定されてテーブルメモリ34に記憶されているものとする。また、拡大率やsx(1)、ahx、sy(1)、ahy、sx(LIM)、sy(LIM)などの処理に必要なデータは、処理に先立ち設定器44などから設定されているものとする。

【0039】図5のフローチャートは、X方向またはY方向のいずれか一方を拡大方向として、その拡大方向に画素が並ぶ原画像の1画素列分の拡大処理を行うための手順を示している。従って、以下の図5の処理説明において、s、t、s(t)、s(1)、ah、h(t)、

11
 $c(t)$ 、 $H(t)$ 、 $G(t)$ 、 $s(LIM)$ 、 m/n はそれぞれ拡大方向についてのものを意味する。また、X方向を拡大方向とする場合は、図6に示すように、 $P(s)$ は原画像メモリ32の $P(sx, i)$ （ただし、 s は sx に対応し、 $i = sy (1) \sim sy(LIM)$ ）に対応し、 $Q(t)$ は拡大画像メモリ33の $Q(tx, j)$ （ただし、 t は tx に対応し、 $j = 1 \sim tY_{(Max)}$ ）に対応する。なお、この場合、 $(sy(LIM) - sy(1)) = (tY_{(Max)} - 1)$ である。Y方向を拡大方向とする場合は、図7に示すように、 $P(s)$ は原画像メモリ32の $P(i, sy)$ （ただし、 $i = sx (1) \sim sx(LIM)$ 、 s は sy に対応）に対応し、 $Q(t)$ は拡大画像メモリ33の $Q(j, ty)$ （ただし、 $j = 1 \sim tX_{(Max)}$ 、 t は ty に対応）に対応する。なお、この場合、 $(sx(LIM) - sx(1)) = (tx_{(Max)} - 1)$ である。

【0040】上記 i, j （拡大方向に直交する方向の座標値）は、制御部59で管理され、 i はコントラスト量算出部52、近位置画素値抽出部54、補間値算出部55に与えられ、 j は加算部58に与えられる（図4参照）。

【0041】図5のステップS1：制御部59は、 t に初期値（「1」）をセットする。 t は、拡大画像の処理対象の画素列内の算出対象画素に対する拡大方向の座標値である。

【0042】図5のステップS2（本発明の（1）の工程に相当）：算出対象画素区画決定部51は、拡大画像の j 番目の画素列内の算出対象画素（ t 番目の画素）の濃度データ（ $Q(t)$ ）を算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画（ $G(t)$ ）を画像の拡大率（ m/n ）

$$Ct = Ct_{U-D} \dots (2)$$

$$Ct = Ct_{L-R} \dots (3)$$

$$Ct = Ct_{LU-RD} \dots (4)$$

$$Ct = Ct_{RU-LD} \dots (5)$$

$$Ct = (Ct_{U-D} + Ct_{L-R}) / 2 \dots (6)$$

$$Ct = (Ct_{LU-RD} + Ct_{RU-LD}) / 2 \dots (7)$$

$$Ct = (Ct_{U-D} + Ct_{L-R} + Ct_{LU-RD} + Ct_{RU-LD}) / 4 \dots (8)$$

$$Ct = MAX [Ct_{U-D}, Ct_{L-R}] \dots (9)$$

$$Ct = MAX [Ct_{LU-RD}, Ct_{RU-LD}] \dots (10)$$

$$Ct = MAX [Ct_{U-D}, Ct_{L-R}, Ct_{LU-RD}, Ct_{RU-LD}] \dots (11)$$

なお、 $MAX [A, B, \dots]$ は、 A, B, \dots から最大値を抽出する関数である。

【0049】また、 Ct_{U-D} は $G(t)$ 付近の上一下方のコントラスト量、 Ct_{L-R} 、 Ct_{LU-RD} 、 Ct_{RU-LD}

$$Ct_{U-D} = ABS \{ ([上近傍領域AU内の全画素の濃度データの合計] / [上近傍領域AU内の画素数])$$

$$- ([下近傍領域AD内の全画素の濃度データの合計] / [下近傍領域AD内の画素数]) \}$$

$$Ct_{L-R} = ABS \{ ([左近傍領域AL内の全画素の濃度データの合計] / [左近傍領域AL内の画素数])$$

$$- ([右近傍領域AR内の全画素の濃度データの合計] / [右近傍領域AR内の画素数]) \}$$

*n）に応じて決める。

【0043】この $G(t)$ は、例えば、従来の（1）式に基づき決めることができる。すなわち、 $G(t)$ は、原画像の拡大方向について $s(t)$ 番目の画素と $(s(t) + 1)$ 番目の画素とからなる区画となる（図24参照）。ただし、 $c(t) = 0$ となる場合、従来の（1）式では $Q(t)$ の算出に $(s(t) + 1)$ 番目の画素は実質的に使わないので、この場合には、 $G(t)$ を原画像の拡大方向について $s(t)$ 番目の画素のみの区画として処理するようにしてもよい。

【0044】なお、（1）式において、 ah を一義的に「0」、すなわち、 $s(t) = s(1) + int [(n \times (t-1)) / m]$

$$c(t) = (n \times (t-1)) \bmod m$$

として、 $G(t)$ を決めてよい。

【0045】このように $G(t)$ を決めて $Q(t)$ を求めてことで、原画像の拡大方向の処理範囲SH全体を m/n 倍に略均等に拡大することができる。

【0046】 $G(t)$ が決まると、その情報がコントラスト量算出部52、近位置画素値抽出部54、補間値算出部55にそれぞれ与えられる。

【0047】図5のステップS3（本発明の（2）の工程に相当）：コントラスト量算出部52は、原画像メモリ32から必要な画素の濃度データを読み出して、上記ステップS2で決めた $G(t)$ 付近のコントラスト量 Ct を、例えば、以下の演算式（2）～（11）の任意の式で算出する。

【0048】

40 $RU-LD$ は $G(t)$ 付近の左一右方向、左上一右下方向、右上一左下方向のコントラスト量であって以下のように求める。

【0050】

```

    / [右近傍領域 A R 内の画素数] ) )
C t L U - R D = ABS { ( [左上近傍領域 A L U 内の全画素の濃度データの合計]
    / [左上近傍領域 A L U 内の画素数] )
    - ( [右下近傍領域 A R D 内の全画素の濃度データの合計]
    / [右下近傍領域 A R D 内の画素数] ) )
C t R U - L D = ABS { ( [右上近傍領域 A R U 内の全画素の濃度データの合計]
    / [右上近傍領域 A R U 内の画素数] )
    - ( [左下近傍領域 A L D 内の全画素の濃度データの合計]
    / [左下近傍領域 A L D 内の画素数] ) )

```

なお、ABS { } は、絶対値である。

【0051】各近傍領域は、例えば、図8ないし図10に示すように設定される。図8 (a) ~ (d) はX方向を拡大方向とし $G(t)$ が2画素の場合の上近傍領域AUの設定例、図8 (e) ~ (k) はY方向を拡大方向とし $G(t)$ が2画素の場合の上近傍領域AUの設定例、図8 (l) ~ (o) は $G(t)$ が1画素の場合の上近傍領域AUの設定例をそれぞれ示している。下近傍領域ADは、図8の各図の上近傍領域AUと同様の形態で $G(t)$ の下側に設定された領域である。

【0052】また、図9 (a) ~ (g) はX方向を拡大方向とし $G(t)$ が2画素の場合の左近傍領域ALの設定例、図9 (h) ~ (k) はY方向を拡大方向とし $G(t)$ が2画素の場合の左近傍領域ALの設定例、図8 (l) ~ (o) は $G(t)$ が1画素の場合の左近傍領域ALの設定例をそれぞれ示している。右近傍領域ARは、図9の各図の左近傍領域ALと同様の形態で $G(t)$ の右側に設定された領域である。

【0053】図10 (a) ~ (i) はX方向を拡大方向とし $G(t)$ が2画素の場合の左上近傍領域ALUの設定例、図10 (j) ~ (s) はY方向を拡大方向とし $G(t)$ が2画素の場合の左上近傍領域ALUの設定例、図10 (t) ~ (w) は $G(t)$ が1画素の場合の左上近傍領域ALUの設定例をそれぞれ示している。左下、右上、右下の各近傍領域ALD、ARU、ARDは、図10の各図の左上近傍領域ALUと同様の形態で $G(t)$ の左下側、右上側、右下側に設定された領域である。

【0054】図8ないし図10に示すように、各近傍領域は $G(t)$ 内の一部や、 $G(t)$ の周辺領域（周辺画素）、 $G(t)$ 内の一部とその周辺画素、 $G(t)$ 全体とその周辺画素などを含んで適宜に設定してもよい。なお、上一下、左一右、左上一右下、右上一左下の各対の近傍領域はそれぞれ対称形となるように設定することが好ましく、各対の近傍領域はそれぞれ同数の画素を含むように設定するのが好ましい。また、図8ないし図10に示すように、 $G(t)$ の中心CPからの各近傍領域の外側への広がりを規定する距離LKは原画像のボケの程度に応じて、原画像のボケ程度が大きくなるに従ってLKを長くとり、各近傍領域の面積（近傍領域に含まれる画素数）は、原画像内のノイズの含有程度に応じて、原

10 画像内のノイズの含有程度が多くなるに従って各近傍領域の面積を広くとるように各近傍領域を設定する。

【0055】なお、図では左一右方向をX方向、上一下方向をY方向としている。この場合、例えば、X方向を拡大方向とした処理における上、下、左上、右上、左下、右下の近傍領域や、Y方向を拡大方向とした処理における左、右、左上、右上、左下、右下の近傍領域などは、現在の処理対象の画素列に隣接する前後の画素列内の画素を含むことになる。従って、 $G(t)$ 付近のコントラスト量 C_t の算出において、現在の処理対象の画素列に隣接する前後の画素列内の画素の濃度データを用いる場合には、必要な画素の濃度データを原画像メモリ32から読み出して $G(t)$ 付近のコントラスト量 C_t を算出する。

【0056】図5のステップS4（本発明の（3）の工程に相当）：混合比率決定部53は、テーブルメモリ34に記憶されているコントラスト値／混合比率テーブルを参照して、近位置画素値（CNとする）と補間値（HNとする）との混合比率 [$k_m : (1 - k_m)$] を、ステップS3で算出したコントラスト量 C_t の値が大きくなるに従って近位置画素値CNの混合比率分 k_m を大きくし、コントラスト量 C_t の値が小さくなるに従って補間値HNの混合比率分 $(1 - k_m)$ を大きくするよう、コントラスト量 C_t の値に応じて決める。なお、近位置画素値CNと補間値HNの詳細は後述する。

【0057】コントラスト値／混合比率テーブルは、例えば、図11に示すコントラスト量 C_t の値と k_m との関係をテーブルにしたものである。図11 (a) ~ (c) では、コントラスト量 C_t の値がかなり小さい場合（図では C_t 1以下の場合）はノイズによるコントラストとみなして k_m をできるだけ小さく（図11 (c) では「0.0」）し、コントラスト量 C_t の値が所定値（図では C_t 2）を越える場合はエッジによるコントラストとみなして k_m を最大値（「1.0」）にしている。上記 C_t 1、 C_t 2は予め実験的に求めておけばよい。なお、図11 (b) のように混合比率を決めれば、図11 (a) のように混合比率を決めるよりも滑らかに画像拡大することができる。また、図11 (d) のように k_m を最大でも k_m 1 (k_m 1 < 1.0) であって、例えば、0.5に抑えることで、自然画像などを拡大した場合、拡大画像が不自然になるのを抑制できる。な

お、図中の $C_{t \text{ MAX}}$ はコントラスト量 C_t の最大値である。近位置画素値 C_N と補間値 H_N との混合比率を、コントラスト量 C_t の値が大きくなるに従って近位置画素値 C_N の混合比率分を大きくし、コントラスト量 C_t の値が小さくなるに従って補間値 H_N の混合比率分を大きくするよう、コントラスト量 C_t の値に応じて決めるためには、図 11 (a) ~ (e) の各グラフに示すようなコントラスト量 C_t の値と k_m との関係以外のグラフに従ってコントラスト量 C_t の値に応じて混合比率を決めてよい。

【0058】図 5 のステップ S 5：近位置画素値抽出部 54 は、拡大画像の j 番目の画素列内の算出対象画素 (t 番目の画素) に対して、画像の拡大率 (m/n) に応じて決まる $G(t)$ 内における補間位置 $h(t)$ から最も近くに位置する $G(t)$ 内の 1 画素の濃度データ (近位置画素値 C_N) を抽出する。

【0059】この近位置画素値 C_N の抽出は、例えば、以下のようにして行える。まず、従来方法の演算により、拡大画像の j 番目の画素列内の算出対象画素 (t 番目の画素) に対する $c(t)$ を算出する。この $c(t)$ は $0 \sim (m-1)$ の間の整数値を探り得る。従って、 $c(t) < (m/2)$ の場合、補間位置 $h(t)$ は $(s(t) + 1)$ の画素より $s(t)$ の画素に近くに位置していることになるので、この場合は $s(t)$ の画素の濃度データ ($P(s(t))$) を近位置画素値 C_N として原画像メモリ 32 から読み出す。一方、 $c(t) > (m/2)$ の場合、補間位置 $h(t)$ は $s(t)$ の画素より $(s(t) + 1)$ の画素に近くに位置していることになるので、この場合は $(s(t) + 1)$ の画素の濃度データ ($P(s(t) + 1)$) を近位置画素値 C_N として原画像メモリ 32 から読み出す。なお、 $c(t) = (m/2)$ の場合、補間位置 $h(t)$ は $s(t)$ の画素と $(s(t) + 1)$ の画素との中央 (等距離) に位置することになるので、この場合は $s(t)$ の画素の濃度データ ($P(s(t))$) と $(s(t) + 1)$ の画素の濃度データ ($P(s(t) + 1)$) とのいずれを近位置画素値 C_N とするかを予め決めておくか、ランダム関数などで各処理ごとにランダムに決めるようにする。

【0060】また、 $G(t)$ が $s(t)$ の画素のみとした ($c(t) = 0$) 場合には、補間位置 $h(t)$ は $s(t)$ の画素の位置となるので、この場合は $s(t)$ の画素の濃度データ ($P(s(t))$) を近位置画素値 C_N として原画像メモリ 32 から読み出す。

【0061】図 5 のステップ S 6：補間値算出部 55 は、 $G(t)$ 内に含まれる画素の濃度データを原画像メモリ 32 から読み出し、拡大画像の j 番目の画素列内の算出対象画素 (t 番目の画素) に対して、画像の拡大率 (m/n) に応じて決まる $G(t)$ 内における補間位置 $h(t)$ に応じた補間濃度データ (補間値 H_N) を算出する。この補間値 H_N の算出は、例えば、従来の演算式

(1) によって $H_N = H(t)$ として求めることができる。

【0062】図 5 のステップ S 7 (本発明の (4) の工程に相当)：乗算部 56、57、加算部 58 は、上記ステップ S 5 で抽出した近位置画素値 C_N と上記ステップ S 6 で算出した補間値 H_N を上記ステップ S 4 で決めた混合比率で混合し、その結果を $Q(t)$ とし、拡大画像メモリ 33 に記憶する。式で表すと以下のようになる。

$$10 \quad Q(t) = k_m \times C_N + (1 - k_m) \times H_N$$

【0063】図 5 のステップ S 8 では、制御部 59 が後述する終了判定を満たしているか否かを判定し、終了判定を満たしていないければ、ステップ S 9 で t をカウントアップして算出対象画素の画素 No を次の画素 No にから、ステップ S 2 に戻り上記ステップ S 2 ~ S 9 の処理を、終了判定を満たすまで繰り返して各 $Q(t)$ を順次求めていき、原画像を拡大した 1 画素列分の拡大画像を生成し、終了判定を満たすと処理を終了する。

【0064】ステップ S 8 の終了判定を説明する。例えば、拡大画像の拡大方向の 1 画素列の画素数 ($t(\text{MAX})$ 個) が予め決まっている場合には、ステップ S 8 で $t > t(\text{MAX})$ のとき処理を終了する。この場合は、拡大画像の拡大方向の 1 画素列における $s(1) \sim (s(t(\text{MAX})) + 1)$ (あるいは、 $s(1) \sim s(t(\text{MAX}))$) を処理範囲 SH とした拡大処理となる。

【0065】また、原画像の拡大方向の処理範囲 SH 内を拡大処理する場合は、 $s(t) > s(\text{LIM})$ または $(s(t) + 1) > s(\text{LIM})$ となると処理を終了する。

【0066】なお、 $s(1) = 1$ 、 $s(\text{LIM}) = s(\text{MAX})$ とすれば、原画像の拡大方向の画素列全体を処理範囲 SH にでき、原画像の拡大方向の画素列の先頭側に切り捨て画素を設定したい場合には、 $s(1) = \text{[先頭側の切り捨て画素数]} + 1$ とすればよく、原画像の拡大方向の画素列の後尾側に切り捨て画素を設定したい場合には、 $s(\text{LIM}) = s(\text{MAX}) - \text{[後尾側の切り捨て画素数]} - 1$ とすればよい。

【0067】拡大方向に直交する方向に並列される原画像の i 番目の画素列を順次図 5 の処理で拡大していくことで、X 方向を拡大方向とする場合は、図 6 に示すように、Y 方向に並列される原画像の $s_Y(1)$ 番目の画素列 $\sim s_Y(\text{LIM})$ 番目の画素列を拡大した 2 次元の拡大画像を得ることできる。なお、Y 方向に並列される原画像の全画素列を Y 方向の処理範囲 SH とする場合は、 $s_Y(1) = 1$ 、 $s_Y(\text{LIM}) = s_Y(\text{MAX})$ とすればよく、原画像の Y 方向に並列される画素列のうち、先頭側の画素列を Y 方向の処理範囲 SH から省きたい場合には、 $s_Y(1) = \text{[先頭側の切り捨て画素列数]} + 1$ とし、後尾側の画素列を Y 方向の処理範囲 SH から省きたい場合には、 $s_Y(\text{LIM}) = s_Y(\text{MAX}) - \text{[後尾側の切り捨て画素列数]} - 1$ とすればよい。また、Y 方向を拡大方向とする

場合は、図7に示すように、X方向に並列される原画像の s_x (1)番目の画素列～ $s_x(LIM)$ 番目の画素列を拡大した2次元の拡大画像を得ることができる。この場合も、X方向の処理範囲SHは、上記X方向を拡大方向とする場合のY方向の処理範囲SHと同様にして設定することができる。

【0068】図23、図26(a)の原画像をそれぞれ以下の処理条件で上記図5の画像拡大処理により画像拡大すると、図12、図13に示すような結果となる。なお、図23の原画像を拡大処理した場合の各G(t)付近のコントラスト量Ctを図14(a)に、図26(a)の原画像を拡大処理した場合の各G(t)のコントラスト量Ctを図14(b)にそれぞれ示す。また、図14(b)のG(15)付近のコントラスト量Ctは、原画像のP(9)を「0.90」として計算している。

【0069】<処理条件>

(A) G(t)は、c(t)の値にかかわらず、常に、s(t)の画素と(s(t)+1)の画素の2画素の区画として処理する。

【0070】(B) 注目画素付近のコントラスト量は、原画像の拡大処理がX方向への拡大である場合には上記(3)式で求め、Y方向への拡大であるときには上記(2)式で求める。

【0071】(C) 左近傍領域ALはG(t)内のs(t)の1画素のみの領域とし、右近傍領域ARはG(t)内の(s(t)+1)の1画素のみの領域とする。また、上近傍領域AUはG(t)内のs(t)の1画素のみの領域とし、下近傍領域ADはG(t)内の(s(t)+1)の1画素のみの領域とする。

【0072】(D) 混合比率は図7(c)に基づき決める。ただし、Ct1=0.10、Ct2=0.60とする。

【0073】(E) 近位置画素値CNの抽出の際、c(t)=(m/2)となった場合は、s(t)の画素の濃度データ(P(s(t)))を近位置画素値CNとして抽出する。

【0074】図23の原画像の場合、t=2、3のときにコントラスト量Ctが大きく(Ct>Ct2)なり、混合比率がkm=1.0となる。t=2のときには近位置画素値CNはP(2)、t=3のときには近位置画素値CNはP(3)である。従って、Q(2)=P(2)、Q(3)=P(3)となって、この部分のエッジEGの尖鋭度の低下が防止されている。また、最大の濃度データである原画像のP(2)がリサンプリングされているので、P(1)、P(2)、P(3)の山形の濃度変化が拡大画像では再現され、画質の低下も防止されている。さらに、例えば、t=7のときのコントラスト量は小さく(Ct<Ct1)、km=0.0であるので、Q(7)=補間値HN(=(6/8)×P

(5))+(2/8)×P(6))であり、例えば、P(6)にノイズ成分が付加されていても、そのノイズ成分を軽減してQ(7)を得ることができる。

【0075】図26(a)の原画像の場合は、図13に示すように、Q(10)=P(5)となるので、拡大画像のエッジEGの尖鋭度の低下が防止されている。なお、近位置画素値CNの抽出の際、c(t)=(m/2)となった場合に、(s(t)+1)の画素の濃度データ(P(s(t)+1))を近位置画素値CNとして抽出するように処理すると、Q(10)=P(6)となり、図13の二点鎖線に示すように、この場合も拡大画像のエッジEGの尖鋭度の低下を防止することができる。

【0076】このように、上記画像拡大処理によれば、G(t)付近のコントラスト量Ctの値に応じて近位置画素値CNと補間値HNとの混合比率を変えながら拡大画像内の各画素の濃度データQ(t)を求めているので、エッジの尖鋭度の低下を招かず、また、ノイズ成分を軽減して、画像を拡大することができる。

【0077】なお、上記図5の画像拡大処理において、ステップS3、S4の処理と、ステップS5の処理と、ステップS6の処理を並行して行ってもよい。これについては、後述する図16の画像拡大処理についても同様に変形実施可能である。

【0078】また、混合比率として、kmが「1.0」または「0.0」を取り得る場合には、以下のように処理してもよい。すなわち、ステップS4で混合比率を決めた結果、 $0.0 < km < 1.0$ となった場合には、図5のフローチャートと同様に近位置画素値CNを抽出するとともに補間値HNを算出して、決定した混合比率で近位置画素値CNと補間値HNとを混合してQ(t)を求める。一方、ステップS4で混合比率を決めた結果、km=1.0となった場合には、近位置画素値CNと補間値HNとの混合演算は実質的に $Q(t) = CN$ となり、この演算に補間値HNを使用しないので、この場合には、補間値HNの算出を行わず、近位置画素値CNの抽出のみを行い、また、ステップS4で混合比率を決めた結果、km=0.0となった場合には、近位置画素値CNと補間値HNとの混合演算は実質的に $Q(t) = CN$ となり、この演算に近位置画素値CNを使用しないので、この場合には、近位置画素値CNの抽出を行わず、補間値HNの算出のみを行うように処理する。

画像拡大処理をソフトウェアで実現する場合、上記のように処理すれば不要な処理を無くすことができ、CPU10の負荷の軽減を図れ、また、1個のCPU10で処理するときには処理時間を短縮することができる。これについても、後述する図16の画像拡大処理に同様に変形実施可能である。

【0079】また、例えば、ラインセンサを用いた画像取り込み装置で各主走査方向の画素列が取り込まれると

すぐにその画素列を画像拡大する場合には、原画像メモリ32を図15に示すように、主走査方向1画素列分のデータを記憶できるように構成し、画像取り込み装置で主走査方向1画素列分のデータが取り込まれるたびにそのデータを図15の原画像メモリ32に記憶して上記図5の画像拡大処理で順次画像拡大して拡大画像メモリ33に記憶していくように構成してもよい。

【0080】なお、原画像をX、Y両方向に拡大する場合には、図25に示すように、まず、X方向を拡大方向としてY方向に並列される原画像の各画素列を図5の処理で順次拡大して、X方向に拡大された拡大画像SG1を得て、次に、Y方向を拡大方向としてX方向に並列される前記拡大画像SG1の各画素列を図5の処理で順次拡大して、X、Y両方向に拡大された拡大画像SG2を得るようにしてもよいが、以下に説明するようにX、Y両方向(2次元方向)同時に画像拡大することもできる。

【0081】以下、原画像を2次元方向同時に拡大する場合の処理について図16のフローチャートを参照して説明する。

【0082】なお、以下の説明において、図17に示すように、X、Y方向それぞれの算出対象画素区画G_x(tx)とG_y(ty)とで囲まれる2次元の算出対象画素区画G_{xy}(tx, ty)を表す。

【0083】また、処理が開始される時点で原画像は原画像メモリ32に、コントラスト値/混合比率テーブルはテーブルメモリ34にそれぞれ記憶されているものとし、拡大率やsx(1)、ahx、sy(1)、ahy、sx(LIM)、sy(LIM)などの処理に必要なデータは、処理に先立ち設定器44などから設定されているものとする。

【0084】図16のステップW1：制御部59は、tx、tyそれぞれに初期値(「1」)をセットする。tx、tyは、拡大画像の算出対象画素に対する座標値である。

【0085】図16のステップW2(本発明の(1)の工程に相当)：算出対象画素区画決定部51が、拡大画像の算出対象画素((tx, ty)の画素)の濃度データ(Q(tx, ty))を算出するのに用いる原画像の(2次元)算出対象画素区画(G_{xy}(tx, ty))を画像の拡大率に応じて決める。なお、X方向の拡大率はnx/mx、Y方向の拡大率はny/mvであり、nx/mx = ny/mvでもよいし、nx/mx ≠ ny/mvでもよい。

【0086】このG_{xy}(tx, ty)は、例えば、従来の(1)式に基づき決めることができる。すなわち、図17のG_x(tx)、G_y(ty)をそれぞれ、図5の処理と同様に(1)式に基づき決めて、G_{xy}(tx, ty)と決める。

【0087】なお、sx(tx) = sx(1) + int

$[(a_h + (nx \times (tx - 1)) / mx)]$ 、sy(ty) = sy(1) + int $[(a_h + (ny \times (ty - 1)) / mv)]$ であり、ax(tx) = $(a_h x + (nx \times (tx - 1))) \bmod mx$ 、ay(ty) = $(a_h y + (ny \times (ty - 1))) \bmod mv$ である。

【0088】また、ahx、ahyを一義的に「0」として、G_x(tx)、G_y(ty)を決めてG_{xy}(tx, ty)を決めてよい。

【0089】G_{xy}(tx, ty)は、図18(a)に示すように、4画素からなる区画となる。なお、G_x(tx)または/およびG_y(ty)を1画素のみとして処理する場合には、G_{xy}(tx, ty)は、図18(b)～(d)に示すように、2画素または1画素からなる区画となることもある。

【0090】このようにG_{xy}(tx, ty)を決めてQ(tx, ty)を求めてことで、図19に示すように、原画像OGのX、Y方向それぞれの処理範囲SHで囲まれる2次元の処理範囲(点線で囲まれる範囲)全体をX方向にnx/mx倍、Y方向にny/mv倍に略均等に拡大した拡大画像SGを得ることができる。原画像OGのX方向または/およびY方向に不要画素がなければ不要画素がない方向については原画像OGのその方向全体を処理範囲SHとして処理する。X方向、Y方向の処理範囲SHは、先に説明したようにsx(1)、sx(LIM)、sy(1)、sy(LIM)などで決めることができる。

【0091】G_{xy}(tx, ty)が決まると、その情報がコントラスト量算出部52、近位置画素値抽出部54、補間値算出部55にそれぞれ与えられる。

【0092】図16のステップW3(本発明の(2)の工程に相当)：コントラスト量算出部52は、原画像メモリ32から必要な画素の濃度データを読み出して、上記ステップW2で決めたG_{xy}(tx, ty)付近のコントラスト量Ctを、上記演算式(2)～(11)の任意の式で算出する。

【0093】なお、この処理でのG_{xy}(tx, ty)付近のコントラスト量Ctの算出における各近傍領域は、G_{xy}(tx, ty)を中心として、G_{xy}(tx, ty)の上側、下側、左側、右側、左上側、左下側、右上側、右下側に、図8ないし図10のように設定する。

【0094】図16のステップW4(本発明の(3)の工程に相当)：混合比率決定部53は、テーブルメモリ34に記憶されている、図11に示すようなコントラスト値/混合比率テーブルを参照して、近位置画素値(CNとする)と補間値(HNとする)との混合比率[km: (1 - km)]を、上記図5のステップS4の処理で説明したようにコントラスト量Ctの値に応じて決める。なお、この処理における近位置画素値CNと補間値HNの詳細は後述する。

21

【0095】図16のステップW5：近位置画素値抽出部54は、拡大画像内の算出対象画素((tx, ty)の画素)に対して、画像の拡大率(X方向: nx/mx、Y方向: ny/mv)に応じて決まるGxy(tx, ty)内における補間位置(hx(tx), hy(ty))から最も近くに位置するGxy(tx, ty)内の1画素の濃度データ(近位置画素値CN)を抽出する。

【0096】この処理における近位置画素値CNの抽出は、例えば、以下のようにして行える。まず、従来方法の演算により、拡大画像内の算出対象画素((tx, ty)の画素)に対するcx(tx)を算出し、上記図5のステップS5の処理と同様の処理で、近位置画素値CNとして選択する原画像の1画素のX座標(sx(tx)か(sx(tx)+1)のいずれか一方)を決める。同様に、拡大画像内の算出対象画素((tx, ty)の画素)に対するcy(ty)を算出して近位置画素値CNとして選択する原画像の1画素のY座標(sy(ty)か(sy(ty)+1)のいずれか一方)を決める。このようにして決めたX、Y座標の原画像の1画素の濃度データが近位置画素値CNであり、その画素*

$$\begin{aligned}
 HN = & ((mx - cx(tx)) / mx) \\
 & \times ((my - cy(ty)) / my) \\
 & \times P(sx(tx), sy(ty)) \\
 & + (cx(tx) / mx) \\
 & \times ((my - cy(ty)) / my) \\
 & \times P(sx(tx) + 1, sy(ty)) \\
 & + ((mx - cx(tx)) / mx) \\
 & \times (cy(ty) / my) \\
 & \times P(sx(tx), sy(ty) + 1) \\
 & + (cx(tx) / mx) \\
 & \times (cy(ty) / my) \\
 & \times P(sx(tx) + 1, sy(ty) + 1)
 \end{aligned}$$

【0100】図16のステップW7(本発明の(4)の工程に相当)：乗算部56、57、加算部58は、上記ステップW5で抽出した近位置画素値CNと上記ステップW6で算出した補間値HNとを上記ステップW4で決めた混合比率で混合し、その結果をQ(tx, ty)とし、拡大画像メモリ33に記憶する。

【0101】図16のステップW8では、制御部59が後述する終了判定を満たしているか否かを判定し、終了判定を満たしていないければ、ステップW9でtx、tyを次の算出対象画素の座標値にしてから、ステップW2に戻り上記ステップW2～W9の処理を、終了判定を満たすまで繰り返して各Q(tx, ty)を順次求めていき、原画像を拡大した拡大画像を生成し、終了判定を満たすと処理を終了する。

【0102】なお、各Q(tx, ty)は、図21(a)に示すように、X方向優先、すなわち、Q(1, 1)、Q(2, 1)、…、Q(tx(MAX), 1)、Q

*の濃度データを原画像メモリ32から読み出す。これを図示すると図20に示すようになる。なお、図20(a)では、P(sx(tx) + 1, sy(ty) + 1)が、同図(b)では、P(sx(tx), sy(ty) + 1)が、同図(c)では、P(sx(tx), sy(ty))がそれぞれ近位置画素値CNとなる。

【0097】図16のステップW6：補間値算出部55は、Gxy(tx, ty)内に含まれる画素の濃度データを原画像メモリ32から読み出し、拡大画像内の算出対象画素((tx, ty)の画素)に対して、画像の拡大率(X方向: nx/mx、Y方向: ny/mv)に応じて決まるGxy(tx, ty)内における補間位置(hx(tx), hy(ty))に応じた補間濃度データ(補間値HN)を算出する。

【0098】この補間値HNの算出は、従来の演算式(1)に基づき求めることができる。図20に示すように、X、Y方向の補間位置(hx(tx), hy(ty))を加味して以下の演算式で補間値HNが得られる。

【0099】

20

HN

$$\begin{aligned}
 & (1, 2)、Q(2, 2)、…、Q(tx(MAX), 2)、 \\
 & …、Q(1, ty(MAX))、Q(2, ty(MAX))、…、Q \\
 & (tx(MAX), ty(MAX))の順に求めてもよいし、図21 \\
 & (b)に示すように、Y方向優先、すなわち、Q(1, \\
 & 1)、Q(1, 2)、…、Q(1, ty(MAX))、Q \\
 & (2, 1)、Q(2, 2)、…、Q(2, ty(MAX))、
 \end{aligned}$$

40 40 …、Q(tx(MAX), 1)、Q(tx(MAX), 2)、…、Q(tx(MAX), ty(MAX))の順に求めてもよい。ステップW9では、図21(a)または図21(b)の順に従つてtx、tyの値を更新していく。

【0103】ステップW8の終了判定を説明する。例えば、拡大画像のX方向、Y方向の画素数(tx(MAX)個、ty(MAX)個)が予め決まっている場合には、Q(tx, ty)のtxが1～tx(MAX)の範囲で、かつ、tyが1～ty(MAX)の範囲で各Q(tx, ty)を求めてQ(tx(MAX), ty(MAX))が求まった時点で処理を終了する。

50 50 【0104】また、X方向、Y方向について、原画像の

X方向の処理範囲 S H (原画像の $s_x (1) \sim s_x (LIM)$ の画素の範囲) 全体、原画像の Y 方向の処理範囲 S H (原画像の $s_y (1) \sim s_y (LIM)$ の画素の範囲) 全体を画像拡大する場合、X 方向については、 $Q (t_x, t_y)$ の算出に用いる原画像の X 方向に並ぶ画素が $s_{x(LIM)}$ 番目の画素に達するまでの範囲で処理を行い、Y 方向については、 $Q (t_x, t_y)$ の算出に用いる原画像の Y 方向に並ぶ画素が $s_{y(LIM)}$ 番目の画素に達するまでの範囲で処理を行い、X 方向、Y 方向共に $Q (t_x, t_y)$ の算出に用いる原画像の画素が $s_{x(LIM)}$ 番目、 $s_{y(LIM)}$ 番目の画素に達すると処理を終了する。

【0105】このように、2 次元方向同時に画像拡大しても、原画像のエッジの尖鋭度を低下させず、ノイズ成分を軽減して、自然な階調変化を損なうことなく画像を拡大することができる。

【0106】なお、上述した各処理では、補間値 H N を直線補間によって得るように構成しているが、補間値 H N を適宜の補間関数 (例えば、スプライン補間など) によって求めるようにしてもよい。また、スプライン補間により補間値 H N を求める場合は、 $s (t)$ 、 $(s (t) + 1)$ の前後の $(s (t) - 1)$ 、 $(s (t) + 2)$ の画素を含む 1 方向に対して 4 画素の画素の濃度データを用いるが、この場合、1 方向に対する $G (t)$ として $(s (t) - 1)$ 、 $s (t)$ 、 $(s (t) + 1)$ 、 $(s (t) + 2)$ の 4 画素を含む区画として処理してもよい。

【0107】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項 1 に記載の発明によれば、原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量に応じて決めた混合比率で、近位置画素値と補間値とを混合して画像を拡大するようにしたので、原画像のエッジの尖鋭度を低下させず、また、原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分ではノイズ成分を軽減し、自然な階調変化を損なうことなく画像を拡大することができ、品質の良い拡大画像を得ることができる。

【0108】請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明に係る画像拡大方法を好適に実施できる装置を実現することができる。

【0109】請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明の方法による画像拡大処理をコンピュータに実行させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る画像拡大装置をコンピュータシステムで構成した場合の装置構成の一例を示すブロック図である。

【図 2】原画像メモリの構成を示す図である。

【図 3】拡大画像メモリの構成を示す図である。

【図 4】画像拡大装置の機能ブロック図である。

【図 5】1 画素列ごとの画像拡大処理の手順を示すフロ

ーチャートである。

【図 6】X 方向を拡大方向としたときの原画像と拡大画像の関係を示す図である。

【図 7】Y 方向を拡大方向としたときの原画像と拡大画像の関係を示す図である。

【図 8】コントラスト量を算出するのに用いる上近傍領域の設定例を示す図である。

【図 9】コントラスト量を算出するのに用いる左近傍領域の設定例を示す図である。

【図 10】コントラスト量を算出するのに用いる左上近傍領域の設定例を示す図である。

【図 11】コントラスト値/混合比率テーブルの一例を示す図である。

【図 12】図 23 の原画像を図 5 の処理で拡大した結果を示す図である。

【図 13】図 26 (a) の原画像を図 5 の処理で拡大した結果を示す図である。

【図 14】図 23、図 26 (a) の原画像に対する各算出対象画素区画付近のコントラスト量の算出結果を示す図である。

【図 15】原画像メモリの変形例の構成を示す図である。

【図 16】2 次元方向同時に原画像を拡大する場合の手順を示すフローチャートである。

【図 17】2 次元の算出対象画素区画を示す図である。

【図 18】2 次元の算出対象画素区画の決定例を示す図である。

【図 19】2 次元方向同時に画像拡大するときの原画像と拡大画像の関係を示す図である。

【図 20】2 次元方向同時に画像拡大するときの近位置画素値の抽出方法と補間値の算出方法とを説明するための図である。

【図 21】処理手順を X 方向優先にする場合と Y 方向優先にする場合を示す図である。

【図 22】従来の画像拡大方法を説明するための図である。

【図 23】従来の 1 画素列ごとの画像拡大方法を示す図である。

【図 24】同じく、従来の 1 画素列ごとの画像拡大方法を示す図である。

【図 25】従来方法で 2 次元の原画像を 2 次元方向に画像拡大する手順を示す図である。

【図 26】従来方法の問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

1 0 : C P U

3 1 : プログラムメモリ

3 2 : 原画像メモリ

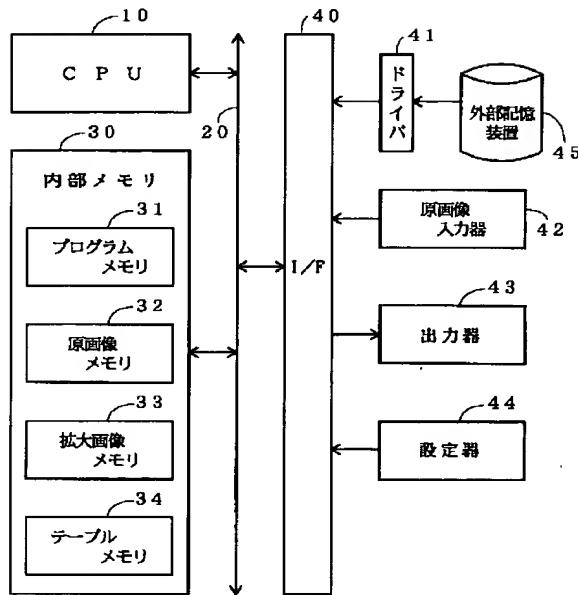
3 3 : 拡大画像メモリ

3 4 : テーブルメモリ

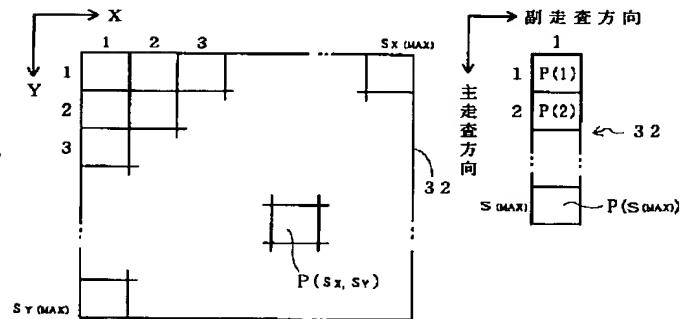
4 5 : 外部記憶装置
 5 1 : 算出対象画素区画決定部
 5 2 : コントラスト量算出部
 5 3 : 混合比率決定部
 5 4 : 近位置画素値抽出部
 5 5 : 補間値算出部
 5 6、5 7 : 乗算部
 5 8 : 加算部
 5 9 : 制御部

$P(s_x, s_y)$: 原画像の画素の濃度データ
 $Q(t_x, t_y)$: 拡大画像の画素の濃度データ
 $G(t), G_{xy}(t_x, t_y)$: 算出対象画素区画
 C_t : コントラスト量
 C_N : 近位置画素値
 H_N : 補間値
 k_m : 近位置画素値の混合比率分
 $(1 - k_m)$: 加重平均値の混合比率分

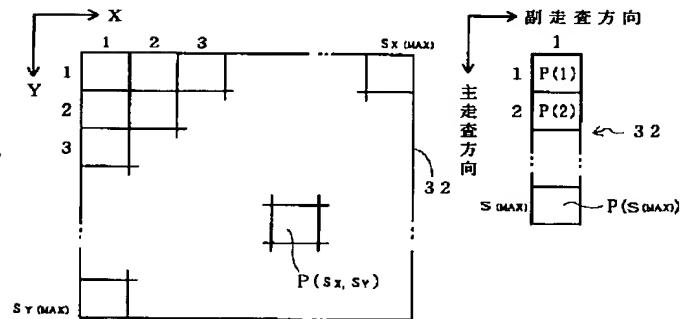
【図1】



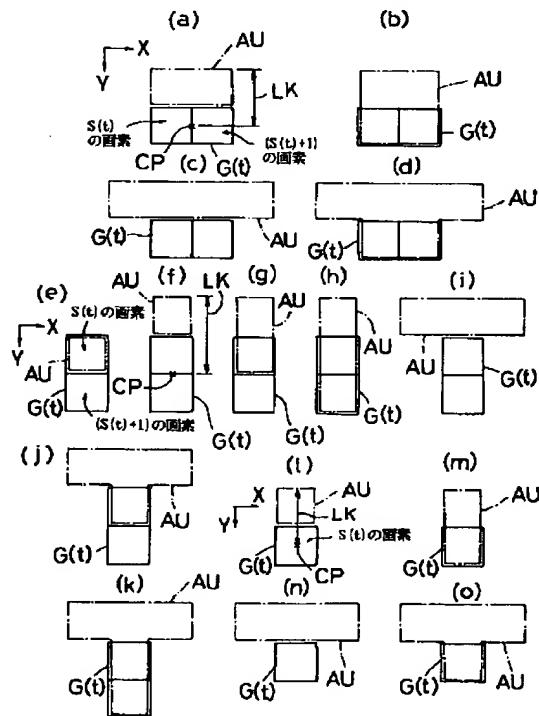
【図2】



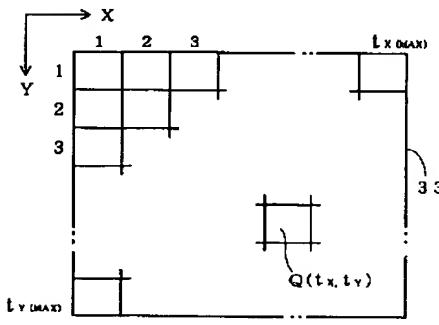
【図15】



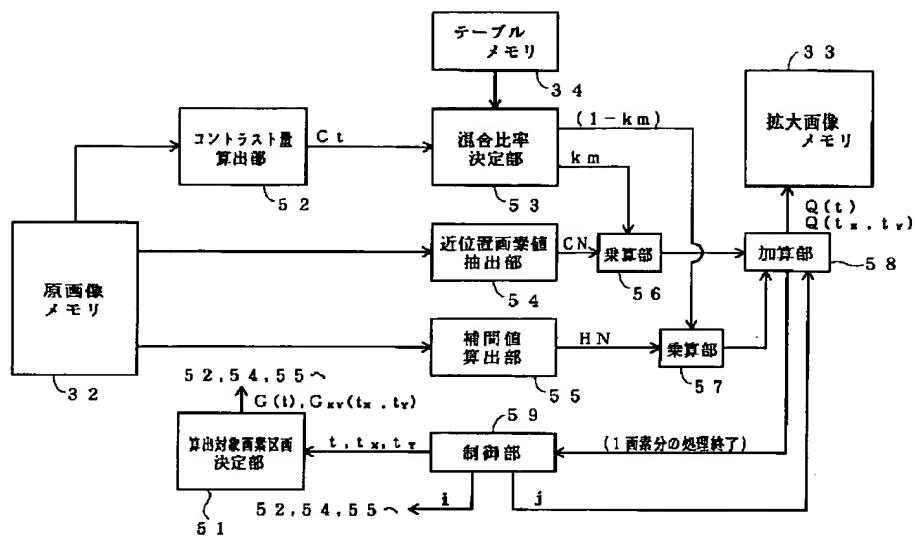
【図8】



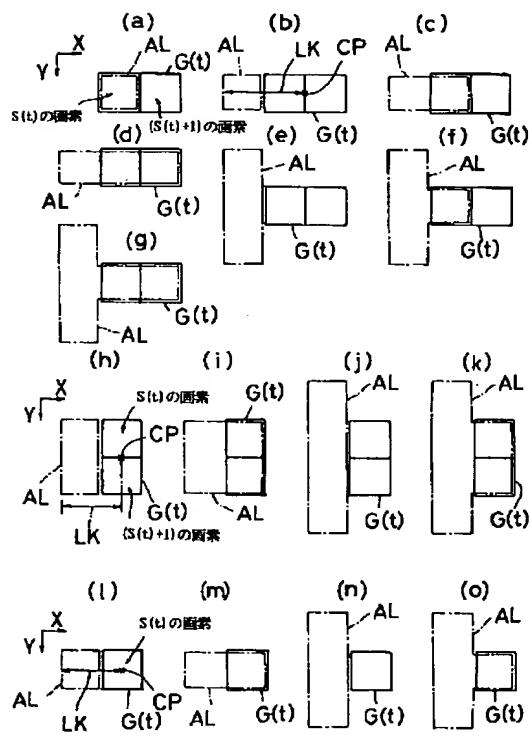
【図3】



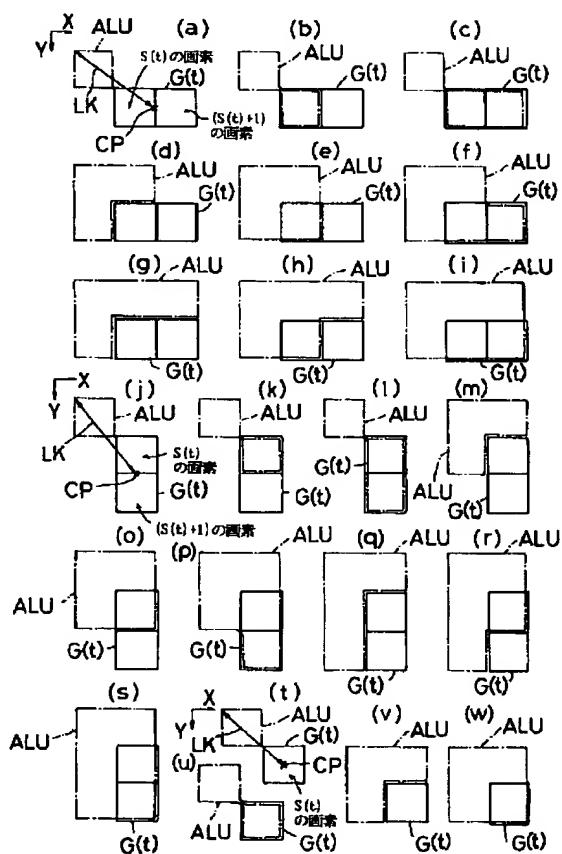
【図4】



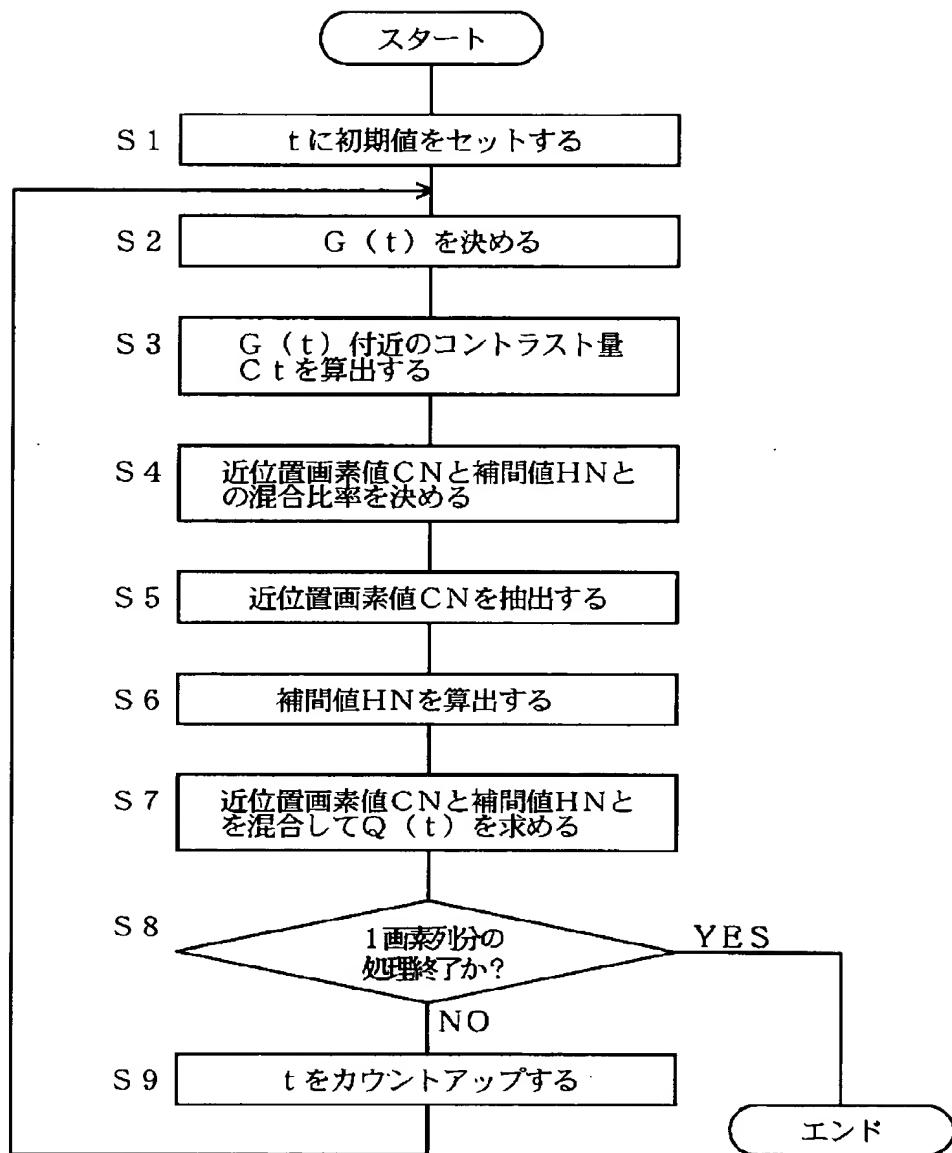
【図9】



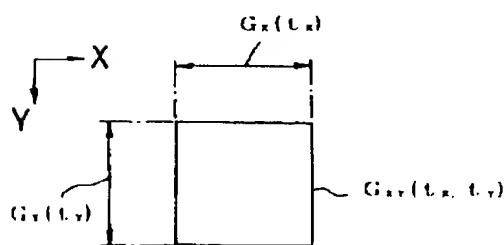
【図10】



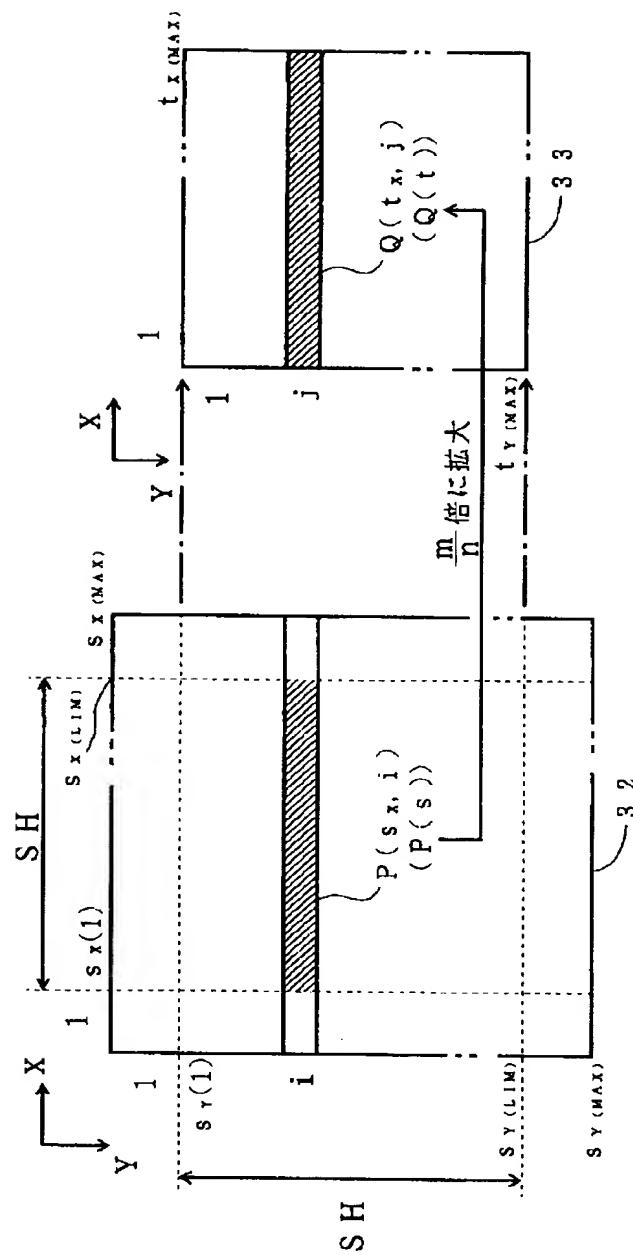
【図5】



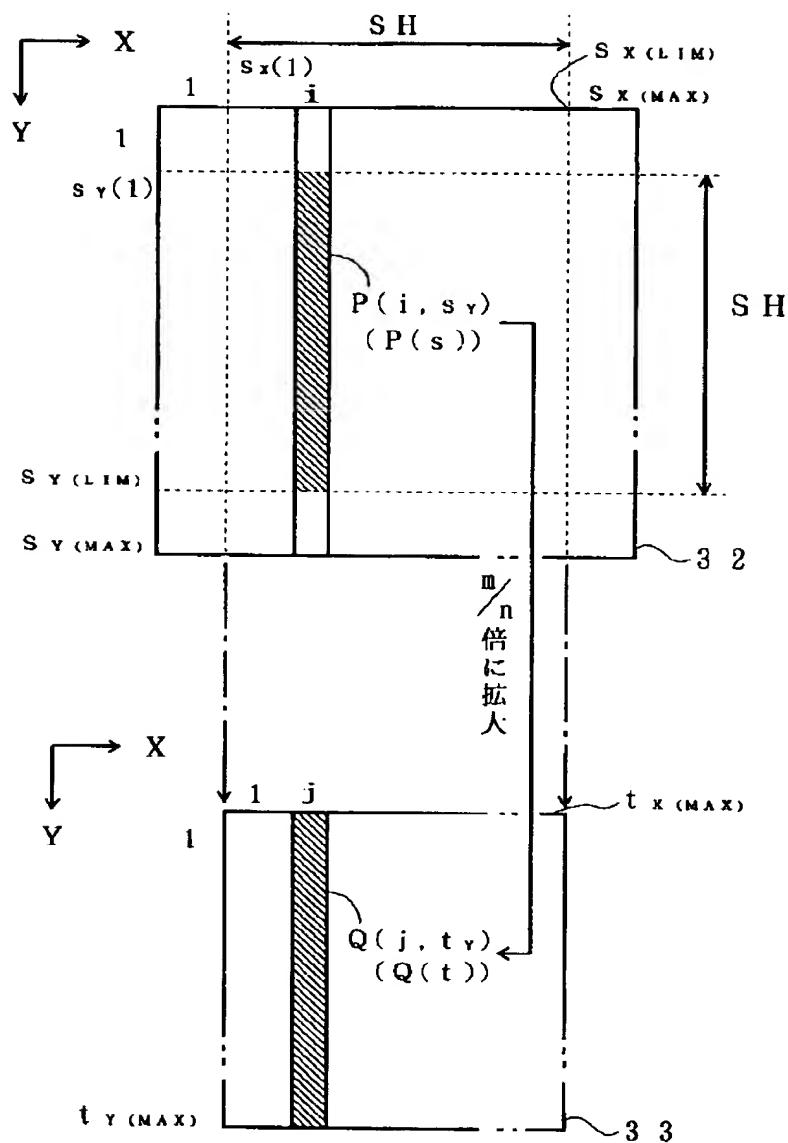
【図17】



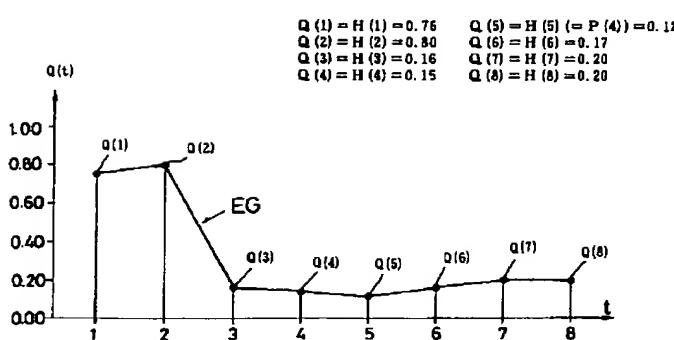
【図6】



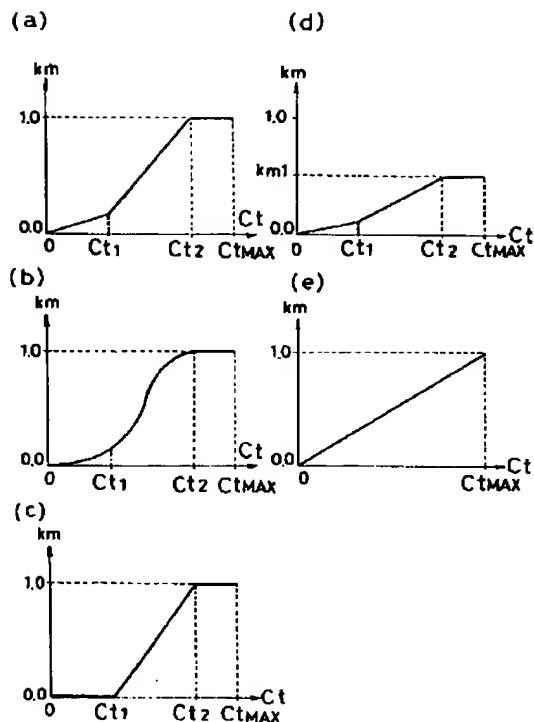
【図7】



【図12】



【図11】

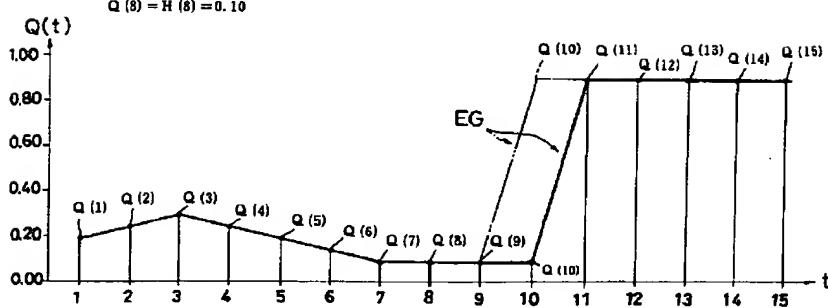


【図14】

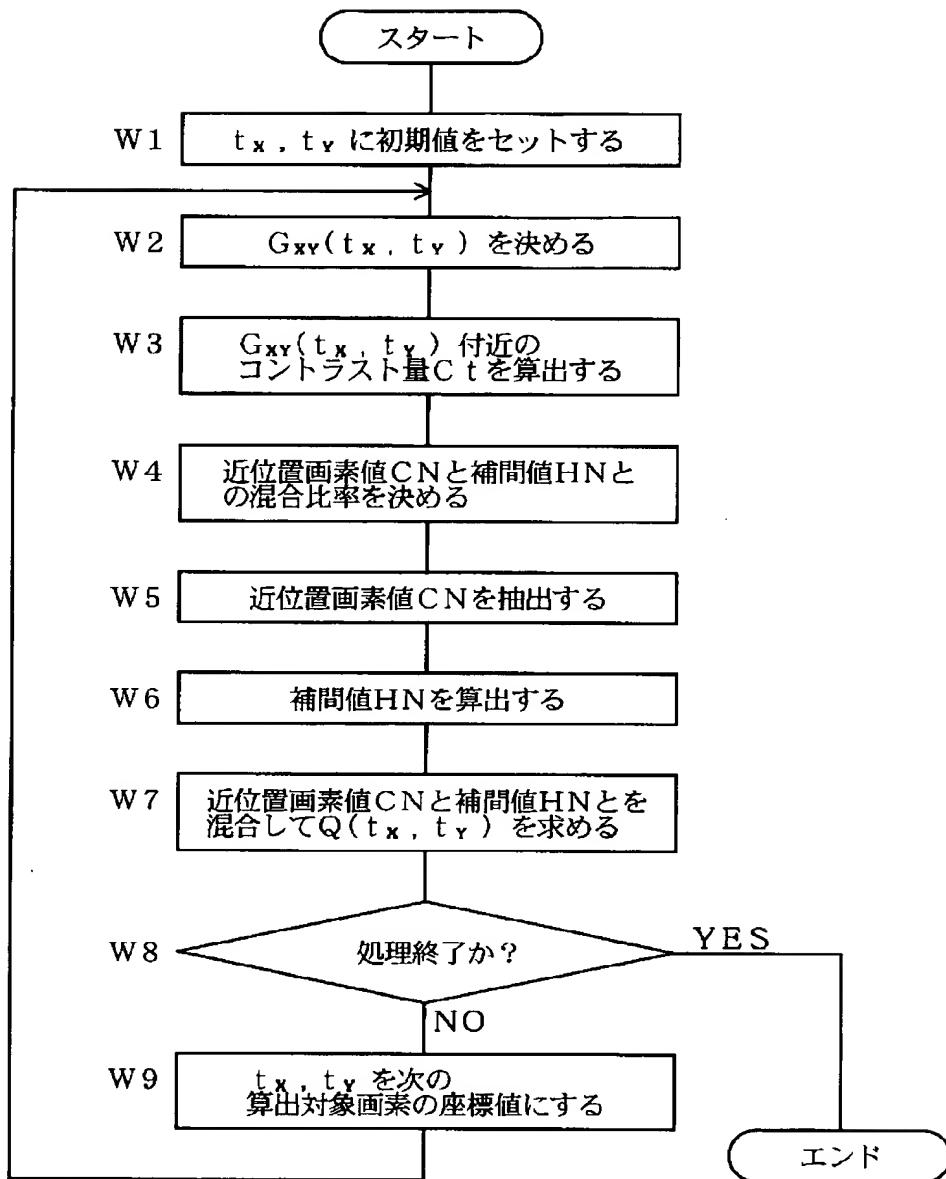
(a)		(b)	
$G(t)$	Ct	$G(t)$	Ct
$G(1)$	0.08	$G(9)$	0.80
$G(2)$	0.64	$G(10)$	0.80
$G(3)$	0.64	$G(11)$	0.00
$G(4)$	0.04	$G(12)$	0.00
$G(5)$	0.04	$G(13)$	0.00
$G(6)$	0.08	$G(14)$	0.00
$G(7)$	0.00	$G(15)$	0.00
$G(8)$	0.00		

【図13】

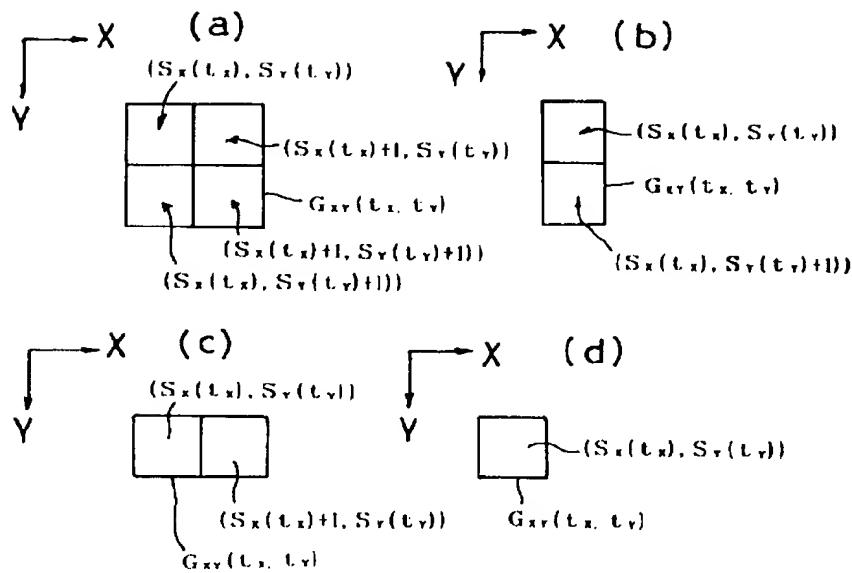
$$\begin{aligned}
 Q(1) &= H(1) (= P(1)) = 0.20 & Q(9) &= P(5) = 0.10 \\
 Q(2) &= H(2) = 0.25 & Q(10) &= P(5) = 0.10 \\
 Q(3) &= H(3) (= P(2)) = 0.30 & Q(11) &= H(11) (= P(6)) = 0.90 \\
 Q(4) &= H(4) = 0.25 & Q(12) &= H(12) = 0.90 \\
 Q(5) &= H(5) (= P(3)) = 0.20 & Q(13) &= H(13) (= P(7)) = 0.90 \\
 Q(6) &= H(6) = 0.15 & Q(14) &= H(14) = 0.90 \\
 Q(7) &= H(7) (= P(4)) = 0.10 & Q(15) &= H(15) (= P(8)) = 0.90 \\
 Q(8) &= H(8) = 0.10
 \end{aligned}$$



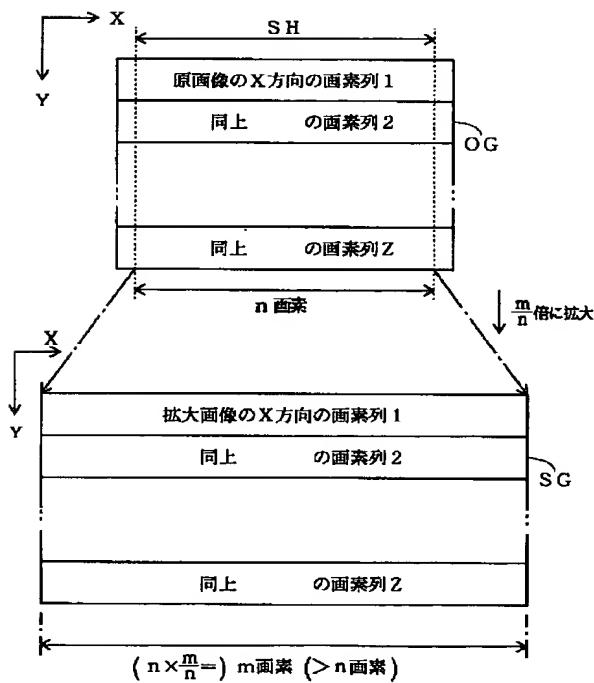
【図16】



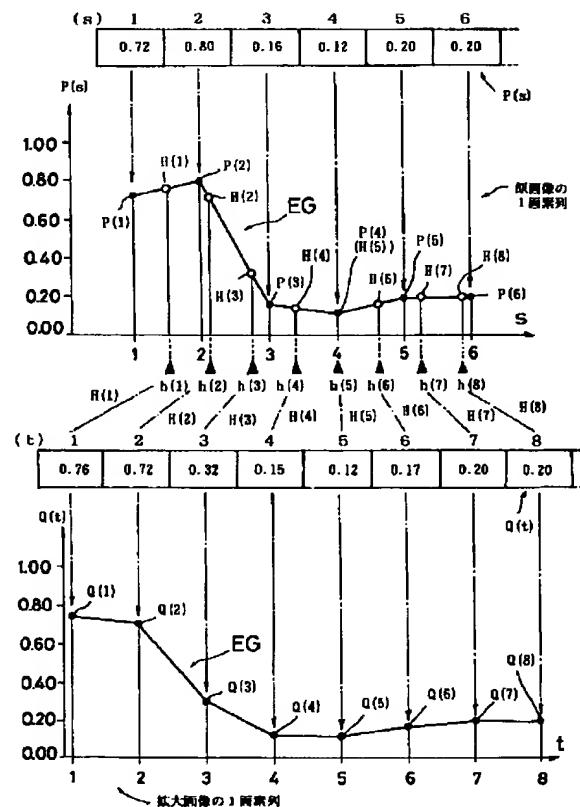
【図18】



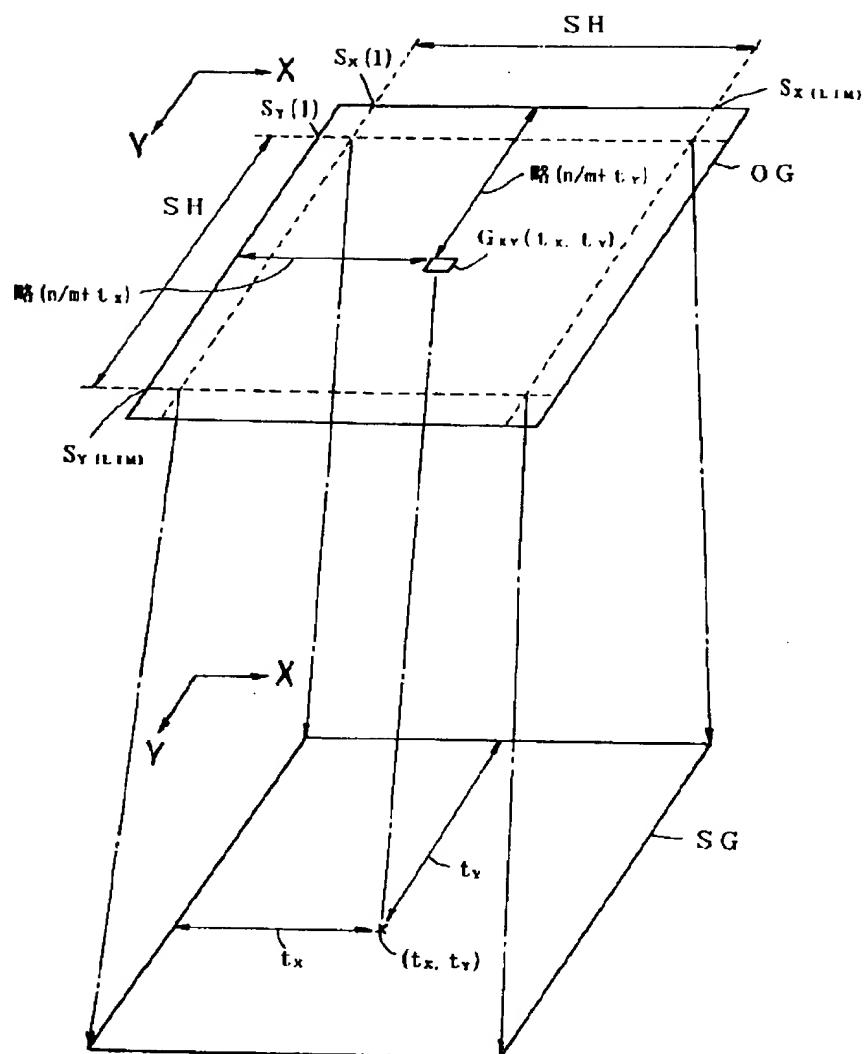
【图22】



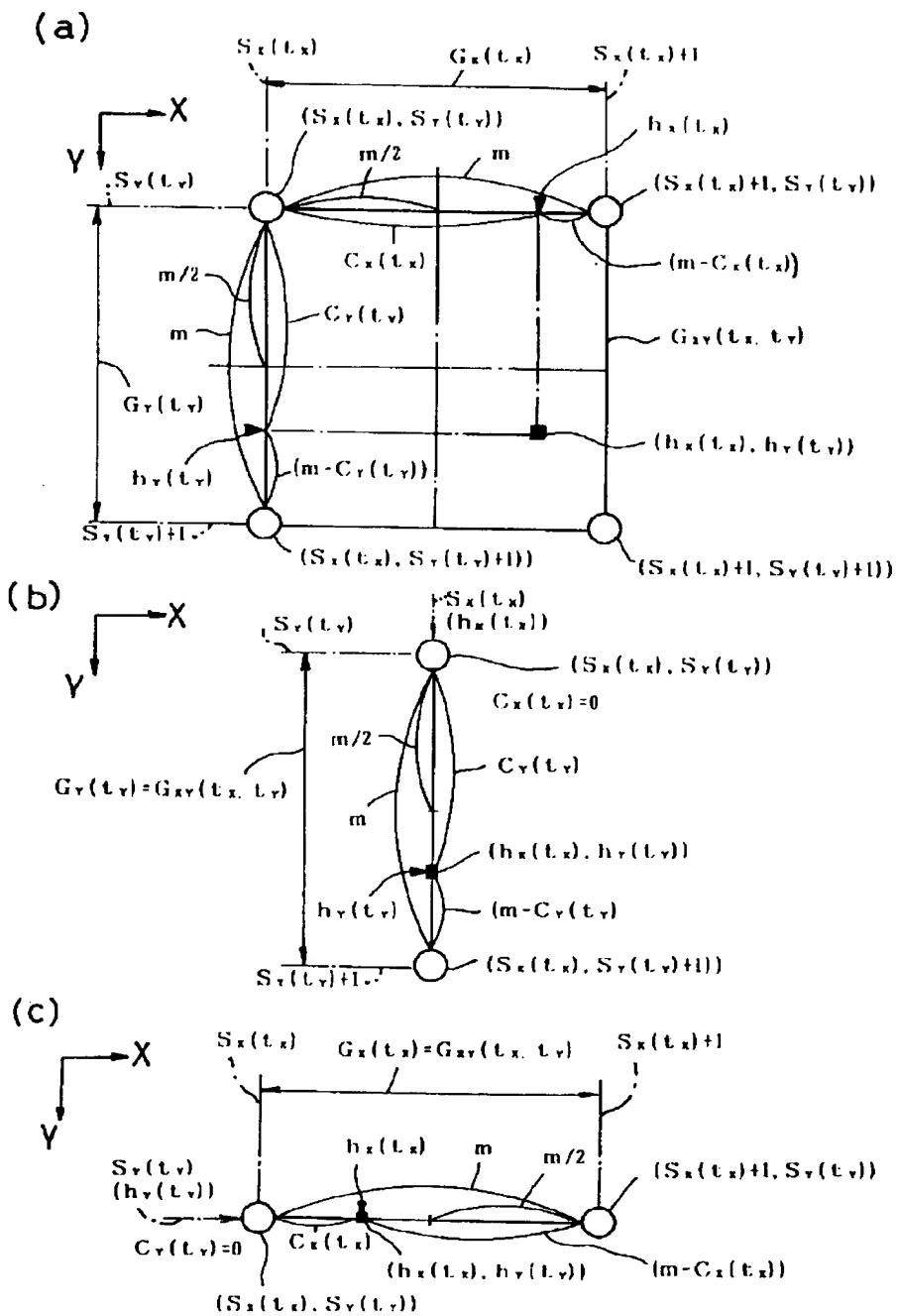
【图23】



【図19】

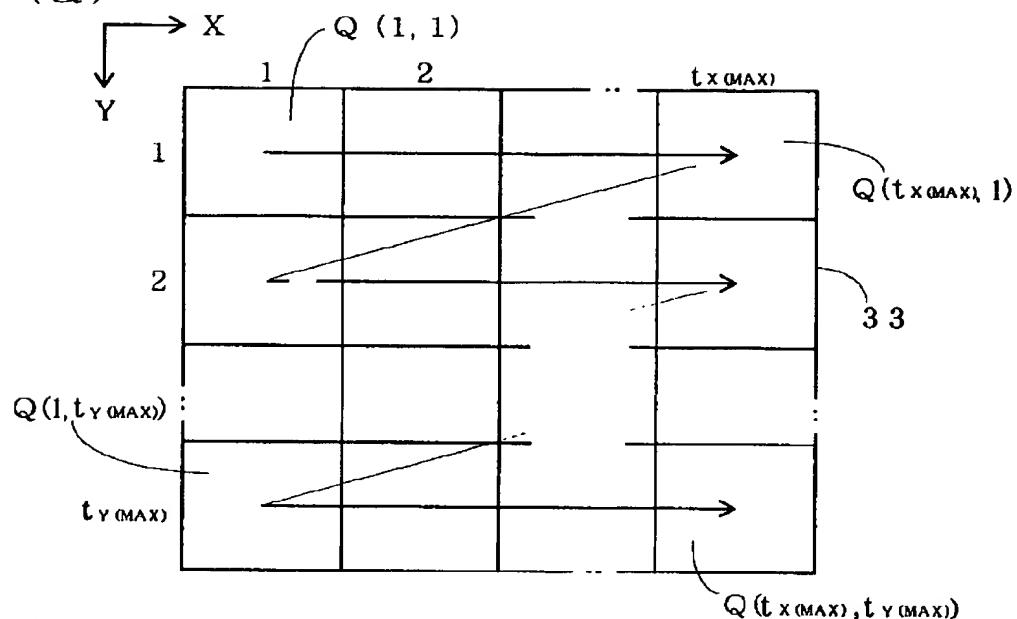


【图20】

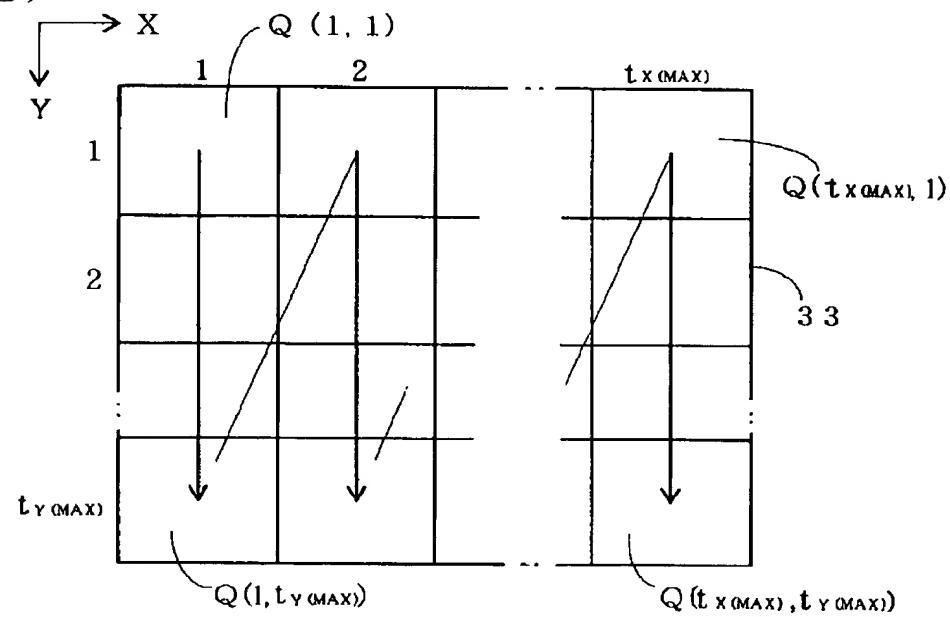


【図21】

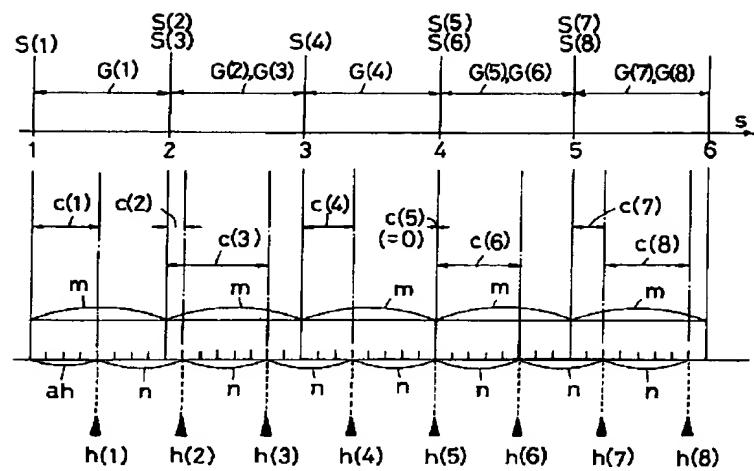
(a)



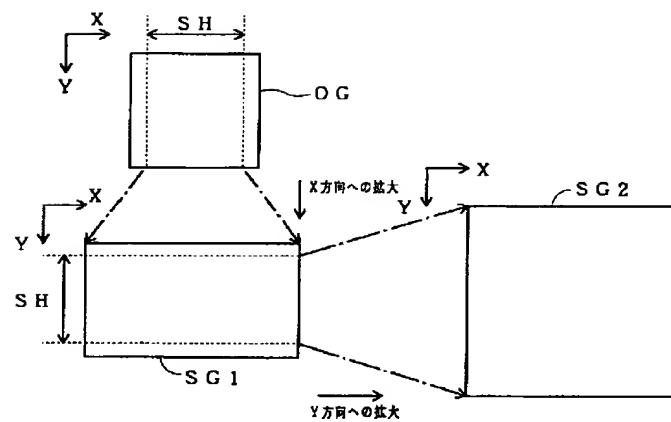
(b)



【図24】



【図25】



【図26】

